

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

20. 7. 2004

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日
Date of Application: 2003年 8月11日

出 願 番 号
Application Number: 特願2003-291663
[ST. 10/C]: [JP2003-291663]

出 願 人
Applicant(s): 住友電気工業株式会社

REC'D 10 SEP 2004

WIPO

PCT

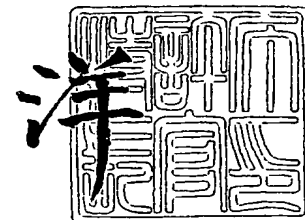
BEST AVAILABLE COPY

PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

2004年 8月27日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

小 川



【書類名】 特許願
【整理番号】 1031384
【提出日】 平成15年 8月11日
【あて先】 特許庁長官殿
【国際特許分類】 B28D 1/22
【発明者】
 【住所又は居所】 兵庫県伊丹市昆陽北一丁目1番1号 住電半導体材料株式会社内
 【氏名】 松井 康之
【発明者】
 【住所又は居所】 兵庫県伊丹市昆陽北一丁目1番1号 住友電気工業株式会社 伊丹製作所内
 【氏名】 大槻 誠
【特許出願人】
 【識別番号】 000002130
 【住所又は居所】 大阪府大阪市中央区北浜四丁目5番33号
 【氏名又は名称】 住友電気工業株式会社
【代理人】
 【識別番号】 100064746
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 深見 久郎
【選任した代理人】
 【識別番号】 100085132
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 森田 俊雄
【選任した代理人】
 【識別番号】 100083703
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 仲村 義平
【選任した代理人】
 【識別番号】 100096781
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 堀井 豊
【選任した代理人】
 【識別番号】 100098316
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 野田 久登
【選任した代理人】
 【識別番号】 100109162
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 酒井 将行
【手数料の表示】
 【予納台帳番号】 008693
 【納付金額】 21,000円
【提出物件の目録】
 【物件名】 特許請求の範囲 1
 【物件名】 明細書 1
 【物件名】 図面 1
 【物件名】 要約書 1
 【包括委任状番号】 9908053

【書類名】特許請求の範囲**【請求項 1】**

需要者が希望する相対的に小口径の半導体単結晶ウェハをスライスするための相対的に小口径の半導体単結晶塊を相対的に大口径の半導体単結晶塊から切り出すことを特徴とする半導体単結晶塊の製造方法。

【請求項 2】

前記半導体は III-V 族化合物半導体であることを特徴とする請求項 1 に記載の半導体単結晶塊の製造方法。

【請求項 3】

前記大口径半導体単結晶塊は 10 mm 以上の厚さを有することを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の半導体単結晶塊の製造方法。

【請求項 4】

前記小口径半導体単結晶塊の切り出しは、放電加工法、ワイヤソー法、円筒コアによる研削法、およびバンドソー法のいずれかによって行われることを特徴とする請求項 1 から 3 のいずれかに記載の半導体単結晶塊の製造方法。

【請求項 5】

5 インチ径以上の前記大口径半導体単結晶塊から 2 インチ以上の前記小口径半導体単結晶塊を 4 つ以上切り出すことを特徴とする請求項 1 から 4 のいずれかに記載の半導体単結晶塊の製造方法。

【請求項 6】

1 つの前記大口径半導体単結晶塊から切り出される複数の前記小口径半導体単結晶塊の各口径断面積の合計は前記大口径半導体単結晶塊の口径断面積の 50 % 以上であることを特徴とする請求項 1 から 5 のいずれかに記載の半導体単結晶塊の製造方法。

【請求項 7】

前記大口径半導体単結晶塊の任意の口径断面積内に含まれる不良部はその口径断面積の 65 % 以下であることを特徴とする請求項 1 から 6 のいずれかに記載の半導体単結晶塊の製造方法。

【請求項 8】

前記小口径半導体単結晶塊には、結晶方位の目印となるオリエンテーションフラット、インデックスフラット、およびノッチの少なくともいずれかが形成されることを特徴とする請求項 1 から 7 のいずれかに記載の半導体単結晶塊の製造方法。

【書類名】明細書

【発明の名称】半導体ウエハをスライスするための単結晶塊の製造方法

【技術分野】

【0001】

本発明は半導体単結晶塊の製造方法に関し、特に、比較的小口径ウエハをスライスするための半導体単結晶塊を低コストで効率よく生産し得る方法に関する。

【背景技術】

【0002】

今日、種々の半導体デバイスが半導体単結晶ウエハから製造されている。そして、それらの半導体デバイスの生産効率を高めるために、一般には、できるだけ大口径の半導体単結晶ウエハを利用してそれらの半導体デバイスを製造することが望まれている。このような要望から、シリコンでは12インチ（約30cm）径のように大口径の円柱状単結晶インゴットが育成され、そのようなインゴットからスライサやマルチワイヤソーなどによって、12インチ径のシリコン単結晶ウエハがスライスされて製造されている（非特許文献1参照）。

【0003】

他方、III-V族化合物やII-VI族化合物のような化合物半導体においては、大口径の単結晶インゴットを育成することが、シリコンの場合に比べてはるかに困難である。したがって、従来では主として2インチ径の化合物半導体単結晶インゴットが育成され、そのインゴットから切り出された2インチ径の化合物半導体単結晶ウエハが半導体デバイスの製造に使用されていた。

【非特許文献1】半導体製造装置用語辞典〔第4版〕第122-124頁、1997年、日刊工業新聞社発行

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

近年では、化合物半導体単結晶インゴットの育成技術も進歩してきており、化合物半導体の種類によっては、比較的大きな5インチ（約12.7cm）径や6インチ（約15.8cm）径の化合物半導体単結晶インゴットの育成も可能になっている。

【0005】

しかし、前述のように、工業的に利用可能な化合物半導体単結晶ウエハは、従来では主として2インチ径のものであった。したがって、化合物半導体単結晶ウエハを利用して半導体デバイスを作製する生産ラインは、従来では2インチ径のウエハを対象として構成されている。そして、そのように2インチ径の化合物半導体単結晶ウエハを対象とした生産ラインは、現在も多数存在しかつ稼働している。すなわち、比較的大きな5インチ径や6インチ径の化合物半導体単結晶インゴットの育成が可能になっても、既存の生産ラインの観点から、依然として2インチ径の化合物半導体単結晶ウエハに対する需要が存在する。

【0006】

このような状況から、現在では5インチ径や6インチ径の化合物半導体単結晶インゴットの育成技術を有する半導体ウエハ提供者であっても、2インチ径のウエハに対する需要に応じるために、わざわざ2インチ径の単結晶インゴットを育成している。そして、結晶方位の目印となるOF（オリエンテーションフラット）および望まれる場合にはIF（インデックスフラット）を形成する加工をも含めてインゴットの外周研磨を行っている。なお、OFやIFの代わりに、ノッチが形成されることもある。さらに、そのように加工された半導体単結晶塊からのスライス工程および研磨工程を経て、目的とする2インチ径のウエハを得ている。

【0007】

もちろん、大きな5インチ径や6インチ径のウエハで利用し得るウエハ面積と同等のウエハ面積を小さな2インチ径のウエハでまかなおうとすれば、大径ウエハの何倍もの枚数の小径ウエハが必要になる。そのような多数枚の小径ウエハを提供しようとするれば、多数

の小径インゴットを育成しなければならない。

【0008】

これは、多数の単結晶育成炉を必要とすることを意味し、ウエハ生産のコストおよび効率の観点から望ましくないことである。このような場合に、大口径の単結晶インゴットを育成し得る大型炉内で複数本の小口径単結晶インゴットを育成することが考えられ得る。しかし、そのような大型炉内で複数本の小径単結晶インゴットの育成条件を均一に調整することは困難であり、結晶品質が均一で良好な複数の小径単結晶インゴットを同時に得ることは困難である。

【0009】

このような従来技術の状況に鑑み、本発明は、需要者が望む比較的小径の半導体ウエハをスライスするための半導体単結晶塊を低コストで効率よく製造し得る方法を提供することを目的としている。

【課題を解決するための手段】

【0010】

本発明による半導体単結晶塊の製造方法においては、需要者が希望する相対的に小口径の半導体単結晶ウエハをスライスするための相対的に小口径の半導体単結晶塊を相対的に大口径の半導体単結晶塊から切り出すことを特徴としている。なお、このような半導体単結晶塊の製造方法は、その半導体がⅢⅤ族化合物半導体である場合に特に好ましいものである。

【0011】

そのような切り出し加工される大口径半導体単結晶塊は10mm以上の厚さを有し得る。また、小口径半導体単結晶塊の切り出しは、放電加工法、ワイヤソー法、ダイヤ電着円筒コアなどによる研削法、およびバンドソー法のいずれかによって行われ得る。特に、曲線や直線状の自由自在の切断が可能な放電加工法およびワイヤソー法は、XY駆動ステージ制御装置の設定をすることで容易にOFとIFを加工し得るので好ましい。

【0012】

切り出しでは、5インチ径以上の大口径半導体単結晶塊から、2インチ径以上の小口径半導体単結晶塊を4つ以上得ることができる。なお、結晶塊の効率的利用の観点から、1つの大口径半導体単結晶塊から切り出される複数の小口径半導体単結晶塊の各口径断面積の合計は大口径半導体単結晶塊の口径断面積の50%以上であることが好ましい。また、大口径半導体単結晶塊の任意の口径断面積内に含まれる不良部（双晶、多結晶、結晶すべり、欠け、ひび割れなど）がその口径断面積の65%以下である場合には、その残部から小口径半導体単結晶塊を切り出すことが可能である。

【0013】

小口径半導体単結晶塊は、結晶方位の目印となるオリエンテーションフラット、インデックスフラット、およびノッチの少なくともいずれかを有するように切り出され得る。

【発明の効果】

【0014】

本発明によれば、需要者が望む比較的小径の半導体単結晶塊を比較的大径の半導体単結晶塊から低コストで効率よく製造し得る方法を提供することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0015】

(実施形態1)

図1は、本発明の実施形態1において、比較的大径の半導体単結晶塊から小径の半導体単結晶塊を製造する方法を模式的な端面図で図解している。現在では、例えばGaAs化合物半導体において、比較的大きな5インチ径や6インチ径の単結晶インゴットの育成が可能である。また、InP化合物半導体においても、比較的大径の単結晶インゴットの育成が可能になりつつある。

【0016】

この実施形態1においては、まず5インチ径の（実際には研削しろを含むために5イン

ちより少し大きい) 化合物半導体単結晶インゴットが育成され、外周研削やOFの形成が行われる。そして、図1に示されているように、その外周研削された5インチ径半導体単結晶塊1aから、例えばワイヤ放電加工によって4つの2インチ径の半導体単結晶塊2aが切り出され得る。

【0017】

ワイヤ放電加工では、大径の半導体単結晶塊をXY駆動ステージ上に設置し、ワイヤを単結晶塊の軸方向に平行に移動させながら放電させかつそのXYステージを駆動することによって、小径半導体単結晶塊の円柱面に沿った切断を行うことができる。切断加工される大径半導体単結晶塊の軸方向の長さには特に限定はなく、10mm以上の長さ(または厚さ)を有していても切断加工し得る。なお、ワイヤ放電加工における切りしろは約数百μm以下であり、切りしろによる単結晶の無駄を小さくすることができる。

【0018】

このようにして、本実施形態によれば、1本の5インチ径インゴットの結晶成長工程と単結晶塊切り出し工程をそれぞれ1回経るだけで、1本の2インチ径インゴットを育成する場合に比べて、4倍の個数の2インチ径半導体単結晶塊を得ることができる。

【0019】

なお、切り出された2インチ径半導体単結晶塊は、周縁研磨およびOFやIFまたはノッチの形成後に、2インチ径ウエハがスライスするために用いられる。

【0020】

(実施形態2)

図2は、本発明の実施形態2において、6インチ径の半導体単結晶塊から2インチ径の半導体単結晶塊を製造する方法を模式的な端面図で図解している。その製造工程は、上述の実施形態1の場合と同様に行い得る。

【0021】

すなわち、この実施形態2においては、まず6インチ径の(実際には研削しろを含むために6インチより少し大きい)化合物半導体単結晶インゴットが育成され、外周研削やOFの形成が行われる。そして、図2に示されているように、その外周研削された6インチ径半導体単結晶塊1bから、5つの2インチ径の半導体単結晶塊2bが、実施形態1の場合と同様なワイヤ放電加工によって切り出され得る。

【0022】

すなわち、1本の6インチ径インゴットの結晶成長工程と結晶塊切り出し工程をそれぞれ1回経るだけで、1本の2インチ径インゴットを育成する場合に比べて、5倍の個数の2インチ径半導体単結晶塊を得ることができる。

【0023】

(実施形態3)

図3は、本発明の実施形態2に類似する実施形態3に関し、6インチ径の半導体単結晶塊から2インチ径の半導体単結晶塊を製造する方法を模式的な端面図で図解している。その製造工程は、上述の実施形態1および2の場合に類似して行い得る。

【0024】

すなわち、この実施形態3においても、まず6インチ径の(実際には研削しろを含むために6インチより少し大きい)化合物半導体単結晶インゴットが育成され、外周研削やOFの形成が行われる。そして、図3に示されているように、その外周研削された6インチ径半導体単結晶塊1cから、7つの2インチ径半導体単結晶塊2cが、実施形態1および2の場合に類似するワイヤ放電加工によって切り出され得る。

【0025】

すなわち、実施形態2の場合と同様に実施形態3においても、1本の6インチ径インゴットの結晶成長工程とスライス工程をそれぞれ1回経るだけで、1本の2インチ径インゴットを育成する場合に比べて、7倍の個数の2インチ径半導体単結晶塊を得ることができる。

【0026】

他方、図3の実施形態3においては、2インチ径半導体単結晶塊2cの各々は、OFおよびIFを備えて切り出される。このような小径半導体単結晶塊2cのOFやIFは、例えば大径半導体単結晶塊1cのOFを基準として、ワイヤ放電加工による小径半導体単結晶塊2cの切り出し時に同時に形成され得る。

【0027】

(実施形態4)

図4は、本発明の実施形態3に類似する実施形態4に関し、6インチ径の半導体単結晶塊から7つの2インチ径半導体単結晶塊を製造する方法を模式的な端面図で図解している。本実施形態4においては、まず大径半導体単結晶塊1dの端面の中央部の小径半導体単結晶塊2dが実施形態3の場合と同様にワイヤ放電加工によって切り出される。

【0028】

その後、小径半導体単結晶塊2dが切り出された残りの肉厚円筒状単結晶塊から、端面が扇状の単結晶塊3がバンドソーによって6つ切り出される。なお、バンドソーでは、ワイヤ放電加工に比べて、切断速度をはるかに速くすることができる。

【0029】

そして、バンドソーによって切り出されて端面が扇状の結晶塊3は、周縁研削などによって、2インチ径の円柱状の小径半導体単結晶塊3に加工される。こうして、合計で7つの小径半導体単結晶塊が1つの大径半導体単結晶塊から効率よく得ることができる。

【0030】

以上において本発明のいくつかの実施形態が説明されたが、一般に、小径の単結晶インゴットに比べて、大径の単結晶インゴットの育成は難しい。これは、大径の単結晶インゴットを育成する場合に、双晶、多結晶、結晶すべりなどの種々の欠陥が、小径の単結晶インゴットの育成の場合に比べて導入されやすいからである。従来では、そのような欠陥を含む部分から切り出された大径ウエハは、製品として出荷できずに無駄になっていた。しかし、上述のような本発明による小径の半導体単結晶塊の製造方法を利用すれば、欠陥を含む大径の半導体単結晶塊から、その欠陥部を避けて小径半導体単結晶塊を切り出すことも可能であり、そうして得られた小径半導体単結晶塊を製品として出荷することができるという大きな利益が得られる。

【0031】

なお、上述の実施形態においては、大径半導体単結晶塊から小径半導体単結晶塊を切り出す手段としてワイヤ放電加工法とバンドソー法が例示されたが、切り出す小径半導体単結晶塊の形状に対応した外周形状を有する薄肉筒状の放電電極を用いて放電加工することも可能である。また、これらの切断法以外にも、ワイヤソー法やダイヤモンド着円筒コアによる研削法などを切断法として利用することもできる。さらに、上述の種々の切断法を適宜に組み合わせて利用してもよいことは言うまでもない。

【0032】

また、現在では切り出される化合物半導体の大径半導体単結晶塊は6インチ径が最大であるが、本発明は、将来作製されるであろう8インチ径や12インチ径などのさらなる大径半導体単結晶塊にも適用可能であることは言うまでもない。同様に、上述の実施形態では切り出された小径半導体単結晶塊は2インチ径であったが、本発明は、将来の大径半導体単結晶塊から3インチ径以上の小径半導体単結晶塊を切り出す場合にも適用し得ることも言うまでもない（例えば、9インチ径半導体単結晶塊から7つの3インチ径半導体単結晶塊を切り出すことができる）。さらに、本発明において、大径半導体単結晶塊から切り出される小径半導体単結晶塊は互いに同径である必要はなく、例えば1つの大径半導体単結晶塊から2インチ径と3インチ径の小径半導体単結晶塊を混在させて切り出すことも可能である。

【0033】

なお、大径半導体単結晶塊から切り出された小径半導体単結晶塊の電気的特性は、大径半導体単結晶塊の中心部から切り出された小径半導体単結晶塊以外では、同心円状の対称性を有していない。

【産業上の利用可能性】

【0034】

以上のように、本発明によれば、需要者が望む比較的小径の半導体単結晶塊を比較的大径の半導体単結晶塊から低コストで効率よく提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0035】

【図1】本発明の一実施形態において、5インチ径の半導体単結晶塊から4つの2インチ径半導体単結晶塊を切り出す様式を図解する模式的な端面図である。

【図2】本発明の他の実施形態において、6インチ径の半導体単結晶塊から5つの2インチ径半導体単結晶塊を切り出す様式を図解する模式的な端面図である。

【図3】本発明の他の実施形態において、6インチ径の半導体単結晶ウエハからOFとIFを有する2インチ径半導体単結晶塊を7つ切り出す様式を図解する模式的な端面図である。

【図4】本発明の他の実施形態において、6インチ径の半導体単結晶ウエハから2インチ径半導体単結晶塊を7つ切り出す他の様式を図解する模式的な端面図である。

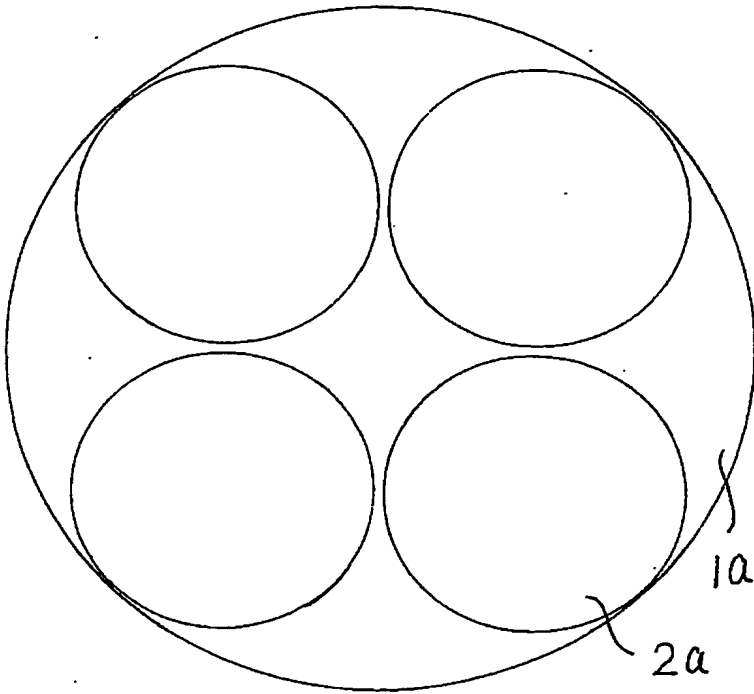
【符号の説明】

【0036】

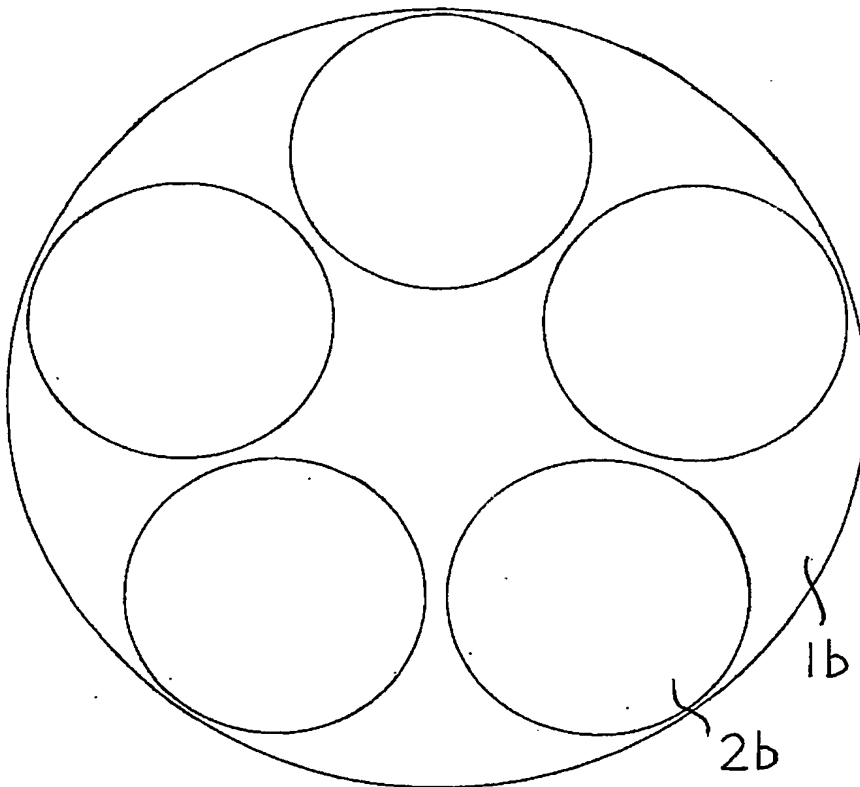
1 a 5インチ径の半導体単結晶塊、1 b、1 c、1 d 6インチ径の半導体単結晶塊、2 a、2 b、2 c、2インチ径の半導体単結晶塊、3 扇状端面を有する半導体単結晶塊、4 2インチ径の半導体単結晶塊。

【書類名】 図面

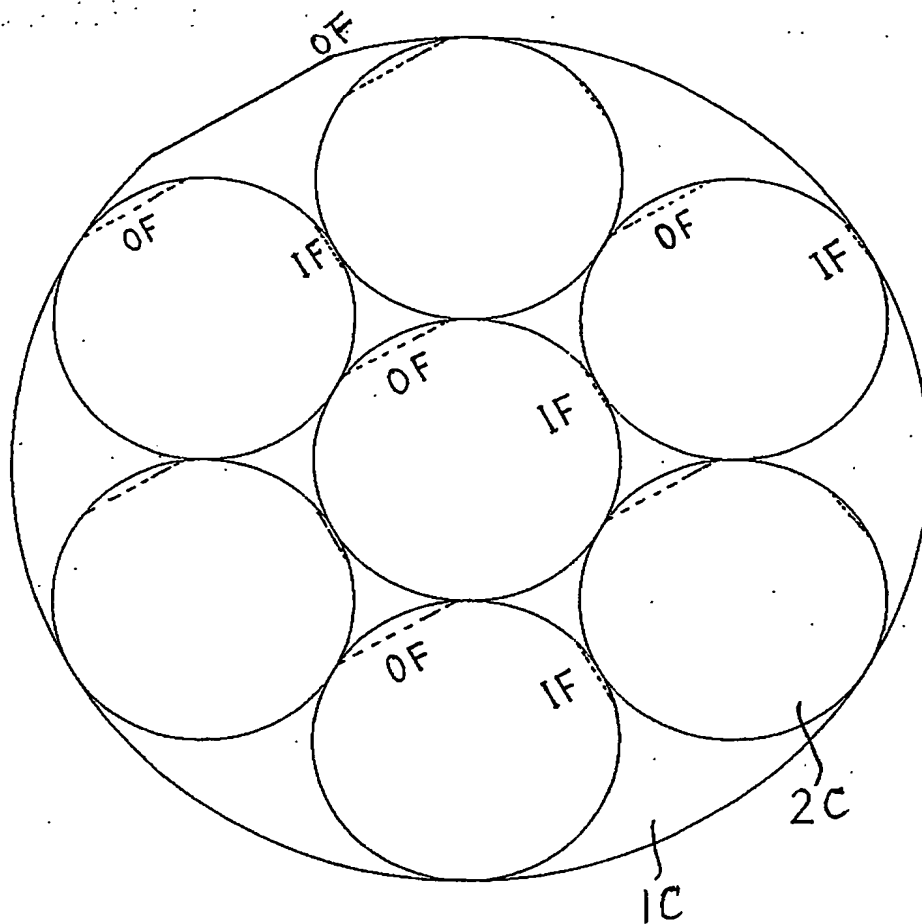
【図 1】



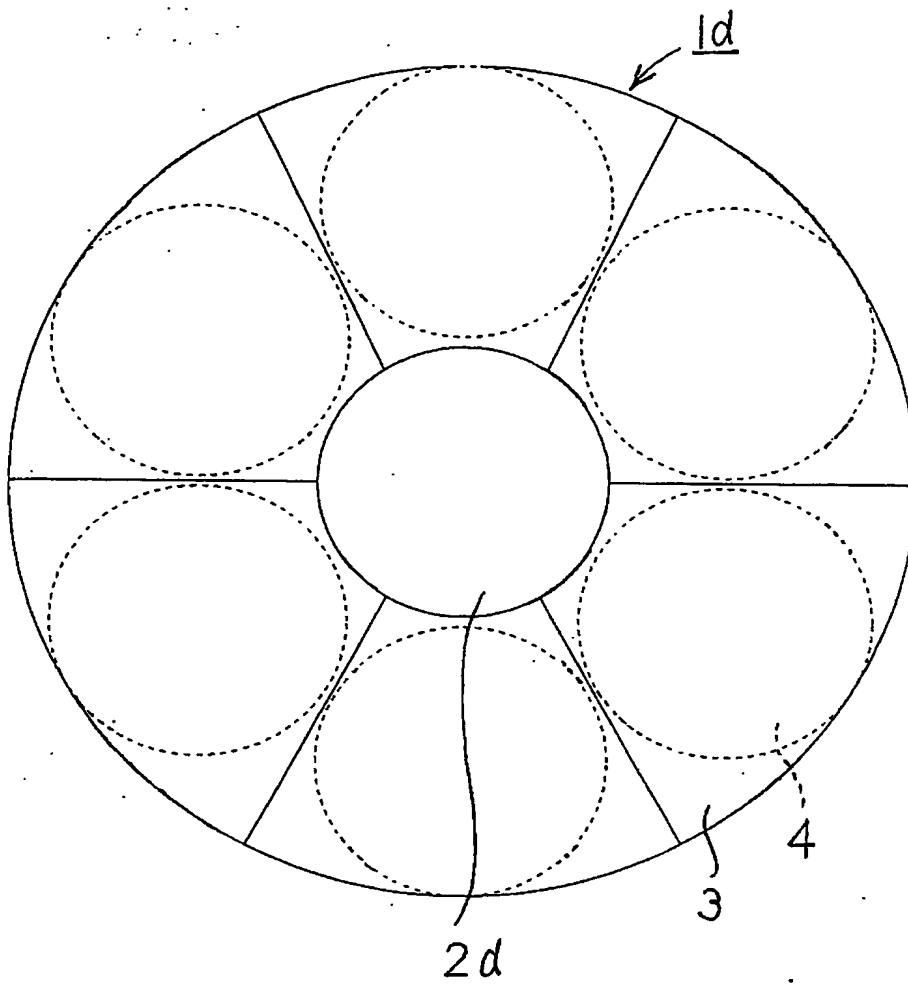
【図 2】



【図 3】



【図 4】



【書類名】要約書

【要約】

【課題】 需要者が望む比較的小径の半導体単結晶塊を低コストで効率よく製造し得る方法を提供する。

【解決手段】 半導体単結晶塊の製造方法は、相対的に大口径の半導体単結晶塊（1a）から、需要者が希望する相対的に小口径の半導体単結晶塊（2a）を複数切り出すことを特徴としている。これによって、大口径の半導体単結晶塊の一部に欠陥が含まれていても、その欠陥を除く部分から切り出された小口径の半導体単結晶塊を利用し得るという副次的効果をも得ることができる。

【選択図】 図1

特願 2 0 0 3 - 2 9 1 6 6 3

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 0 0 2 1 3 0]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 2 9 日

[変更理由]

新規登録

住 所

大阪府大阪市中央区北浜四丁目 5 番 3 3 号

氏 名

住友電気工業株式会社

This Page is inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☒ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLORED OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☒ REPERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images
problems checked, please do not report the
problems to the IFW Image Problem Mailbox**